

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-79927

(43)公開日 平成5年(1993)3月30日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

G 0 1 L 1/00

B 8505-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-241520

(71)出願人 000001317

(22)出願日 平成3年(1991)9月20日

(72)発明者 御手洗 良夫

神奈川県横浜市港北区日吉本町6-46-6

(72)発明者 大嶋 孝二

埼玉県富士見市西みずほ台1-2-2-A

(72)発明者 山口 啓二

埼玉県春日部市豊町3-8-17

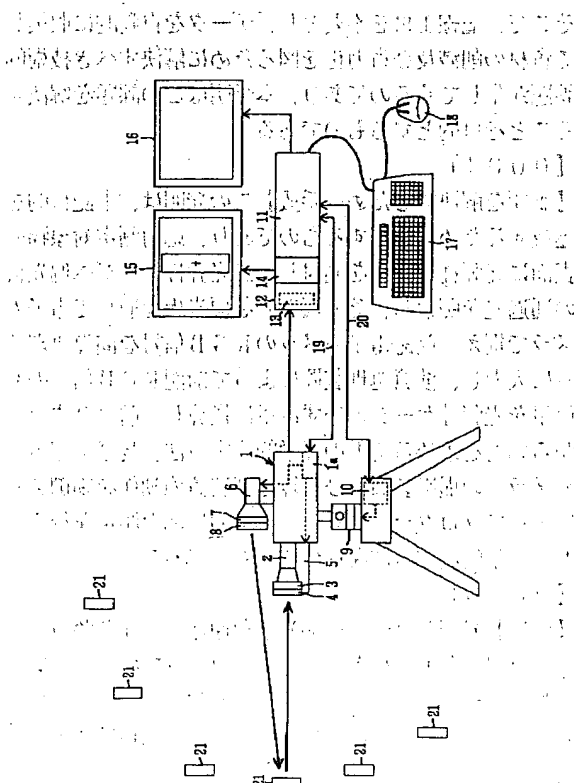
(74)代理人 弁理士 林 孝吉

(54)【発明の名称】 応力の光学的測定方法

(57)【要約】

【目的】 構造物の応力ひずみを検出するセンサと測定器との配線を不要とするとともに、測定を自動化を図る。

【構成】 電子カメラ1と光源6に夫々偏光板3、7と1/4波長板4、8を装着し、構造物へ貼付けた光弾性ゲージ21、21'の光弾性効果を観察できるようにする。電子カメラ1の動作はコンピュータ11によって制御する。電子カメラ1のRGB信号をフレームメモリ14に記憶させ、画面上の光弾性ゲージ21、21'の色相座標をコンピュータ11で算出する。光弾性ゲージ21の基準色の色相座標からの変位量によってひずみ量及び応力が演算処理されて記憶装置に記憶される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 応力測定対象物の表面に光弾性ゲージを貼付し、該光弾性ゲージへ偏光板の通過光を照射し、その反射光を偏光板を通して電子カメラで捉え、前記電子カメラのRGB信号を演算処理装置に入力し、演算処理装置によって前記RGB信号の変化量を光弾性ゲージのひずみ量に換算し、前記ひずみ量から応力を求める応力の光学的測定方法。

【請求項2】 上記電子カメラ等の撮影装置及び演算処理装置の動作を制御装置によってプログラム制御し、自動的に応力測定を行う請求項1記載の応力の光学的測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は応力測定方法に関するものであり、構造物の応力ひずみを光学的に測定する応力測定方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、構造物の応力ひずみの測定にはストレインゲージが使用されている。この方法は、測定する構造物の表面にストレインゲージを貼付け、ストレインゲージの両端子間の電気抵抗の変化を測定し、ひずみ量に換算するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前述したストレインゲージによる応力測定方法は、測定器とストレインゲージとを電線にて接続するので、測定点が多数ある場合は、電線の数量も増大し、配線工事及び管理が煩雑となる。そこで、配線工事を不要とし、データを自動的に収集して資材の削減及び省力化を図るために解決すべき技術的課題が生じてくるのであり、本発明はこの課題を解決することを目的とするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上記目的を達成するために提案するものであり、応力測定対象物の表面に光弾性ゲージを貼付し、該光弾性ゲージへ偏光板の通過光を照射し、その反射光を偏光板を通して電子カメラで捉え、前記電子カメラのRGB信号を演算処理装置に入力し、演算処理装置によって前記RGB信号の変化量を光弾性ゲージのひずみ量に換算し、前記ひずみ量から応力を求める応力の光学的測定方法、及び上記電子カメラ等の撮影装置及び演算処理装置の動作を制御装置によってプログラム制御し、自動的に応力測定を行う応力の光学的測定方法を提供するものである。

## 【0005】

【作用】 光弾性ゲージへ偏光板を通過した光を照射し、その反射光を偏光板を通じて電子カメラで観察すれば、光弾性ゲージのひずみ量によって光弾性ゲージの色相が変化する。偏光板の回転角度によっても色相は変化する。偏光回転角度の変位を知ることによって光弾性ゲージの

ひずみ量を測定できる。電子カメラの出力信号の色相も光弾性ゲージの色相変化に伴って変化する。演算処理装置は、RGB信号の色相座標から光弾性ゲージのひずみ量を算出する演算手段によってひずみ量を求め、求められたひずみ量から光弾性ゲージが貼着された部位の応力が測定される。

【0006】 請求項2記載の発明は、上述した作用に加えて電子カメラや光源等の撮影装置と演算装置の動作は制御装置によって制御され、設定したプログラムに従って自動的に測定と演算処理が行われる。

## 【0007】

【実施例】 以下、この発明の一実施例を図に従って説明する。図1に於て1は静止画像撮影用の所謂フロッピーカメラ若しくはビデオカメラ等の電子カメラであり、画像信号をRGB信号として出力できるものである。電子カメラ1はオートフォーカス機構を内蔵し、ズームレンズ2の先端に偏光板3と1/4波長板4が装着され、電動機構5によってズームリングと偏光板3の回転とを行うことができる。電子カメラ1の上部にはスポットライト等の光源6を取付け、光源6の前面に偏光板7と1/4波長板8を装着する。電子カメラ1はモータ駆動の電動パンヘッド9に装着され、垂直並びに水平方向へ首振り自在である。電動パンヘッド9は制御装置10を内蔵し、後述するコンピュータ11からの命令によってパン動作を制御する。

【0008】 電子カメラ1が出力するRGB信号は、ビデオカメラ入力装置12のA/Dコンバータ13によってデジタル信号に変換され、画像情報としてフレームメモリ14に書き込まれる。書き込まれた画像情報はモニターCRT15の画面上に再現されるとともに、コンピュータ11により演算処理されて色相座標が求められ、演算結果をCRT16にグラフィック表示或は数値表示することができる。コンピュータ11への指示はキーボード17並びにマウス18によって入力し、電動パンヘッド9の位置制御、電子カメラ1のオン/オフ並びにズームリング、偏光板3の回転、光源6のオン/オフ等を全てコンピュータ11から行い、制御信号をRS-232Cインタフェース（図示せず）を介してケーブル19、20により電子カメラ1と電動パンヘッド9の夫々の制御装置1a、10へ入力する。

【0009】 21、21…はトンネル覆工体等の構造物の表面に貼付けた光弾性ゲージである。光弾性ゲージ21、21…は通常幅1cm、長さ5cm、厚さ5～6mmであり、長さ方向の両端部を接着剤で構造物（図示せず）に貼着しておく。次に、構造物の応力ひずみ量の測定手順を図2のフローチャートを参照して説明する。まず、測定の前段階として、予め対象構造物と同一の材料に光弾性ゲージ21を貼付け、光源からの光を偏光板を通過させて光弾性ゲージ21に投射する。そして、光弾性ゲージ21の反射光を電子カメラ1で捉え、モニター

CRT15に表示する。光弾性ゲージ21は、応力が作用していない状態では紫色を呈するが、測定点に貼付けた時点で紫色を呈していないときは、キーボード17の操作によって電子カメラ1の制御装置1aへ制御信号を出力し、偏光板3を回転させて画面上の光弾性ゲージ21が紫色に見えるようにする。このときの偏光板3の回転位置を基準角度としてコンピュータ11に記憶させる。その後、対象物へ一定の応力を付加してひずみを発生させると、画面上の光弾性ゲージ21の色が変化する。このときの光弾性ゲージ21の画像エリアのRGB入力信号の色相ベクトル座標と応力ひずみ量とを記憶し、応力を数段階替えてデータを収集する。そして、コンピュータ11の演算によって応力並びにひずみ量と色相座標との対応表を生成し、これをコンピュータ11の記憶装置へ対応テーブルとして格納しておく(101)。

【0010】また、電子カメラ1を測定場所に設置し、キーボード17或はマウス15によって電動パンヘッド9と電子カメラ1の電動機構5を操作して、図1に示す光弾性ゲージ21、21…のうちの任意のものをモニターCRT15の画面に所定の拡大率で写し出す。画面に写し出された光弾性ゲージ21の色が紫色でない場合は、偏光板3を回転させて紫色の色相座標と一致させる。そして、このときの電動パンヘッド9、電動機構5、偏光板3の夫々の制御量をコンピュータ11に記憶させる。この作業を全ての光弾性ゲージ21、21…に対して行う(102)。

【0011】そして、コンピュータ11へ各光弾性ゲージ21、21…の計測順序と計測時刻のプログラムを入

\*力する(103)。その後処理の実行を開始させれば、コンピュータ11は所定の時刻に電子カメラ1と光源6を起動させ、電動パンヘッド9を制御する。そして、プログラムによって指定された光弾性ゲージ21に電子カメラ1の光軸を一致させて所定のズーム操作を行い、撮影された画像信号をフレームメモリ14に記憶させる。そして、記憶された画像信号中の所定の画像エリアの色相座標を演算し、記憶装置に書き込まれている対応テーブルから色相座標に対応するひずみ量及び応力を読み出し、これを測定データとして記憶装置に書き込む(104)。

【0012】前述した作業は計測プログラムに従って終了まで順次遂行され、各測定点の色相座標、ひずみ及び応力のデータが蓄積される。計測終了後若しくは計測中にコンピュータに記憶されたデータをCRT16に表示させたり、プリンタ装置からハードコピーとして取り出すことができる(105)。また、遠隔のコンピュータ室へデータをオンライン送信して、多数の現場のデータを集中的に処理及び管理することもできる(106)。

【0013】また、応力算出の方法としては、以下に述べる方法でもよい。先ず、偏光板3の回転量と色相座標の変化との対応テーブルをコンピュータ11に設定しておく。そして、入力されたRGB信号の色相座標を求め、対応テーブルによって基準である紫色の色相座標からの偏光板の回転量Nを求める。回転量Nから次式によってひずみ $\varepsilon$ と応力 $\sigma$ が求められる。

【0014】

【数1】

$$\varepsilon = \frac{N}{d \cdot \beta} \cdot m \quad \sigma = \varepsilon \cdot E$$

d : 光路程(垂直入射の場合は  $d=2t$ , t:光弾性ゲージの厚さ)

$\beta$  : 主ひずみ感度(感度検定で求める)

m : 補正值  $m=1+\frac{E_1}{E_2}$

$E_1$  : ゲージの弾性係数

$E_2$  : 対象物の弾性係数

E : ヤング率

このように、自動的に多量の測定データを収集してデータ処理及び管理を行うことができるとともに、キーボード操作によって随時任意に測定することができる。尚、測定機器の構成や応力の算出方法等は本実施例に限定されず、種々の変更が可能であり、この発明がそれらの改変されたものに及ぶことは当然である。

【0015】

【発明の効果】この発明は、上記一実施例に於て詳述し

たように、構造物の応力並びにひずみを光学的に測定するので、対象構造物と計測装置との間が無線化され、配線工事が不要となり、資材と労力が削減される。また、測定作業を自動的に行うので危険区域の応力計測作業を無人化でき、事故の虞れを解消できる。更に、長時間に亘る計測作業の労力が著しく軽減されて多量のデータを処理することができ、省力化に著しい効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

Best Available Copy

【図1】 応力測定機器の構成図。

【図2】 応力測定のプロセスを示すフローチャート。

【符号の説明】

1 電子カメラ

3, 7 偏光板

\* 4, 8 1/4波長板

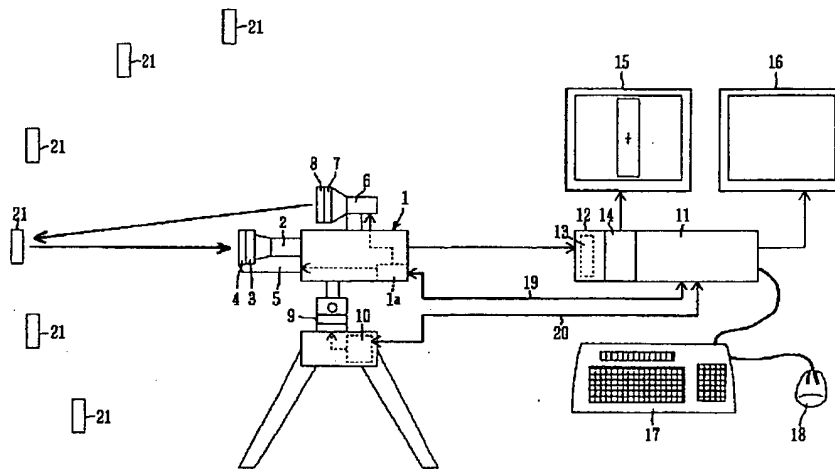
6 光源

11 コンピュータ

14 フレームメモリ

\* 21 光弾性ゲージ

【図1】



【図2】

